

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

**EEK 366 – MESIN DAN PACUAN**

Masa : 3 Jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi dua bahagian, **Bahagian A** dan **Bahagian B**.

Jawab **SEMUA** soalan di dalam **Bahagian A** dan mana-mana **EMPAT (4)** soalan dalam **Bahagian B**.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Semua soalan hendaklah dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

**Bahagian A**  
**Part A**

Jawab **SEMUA** soalan dalam Bahagian A.

Answer **ALL** Question in Part A and any 4 questions from Part B

Semua soalan membawa markah yang sama.

*All questions carry equal marks.*

Bahagian A ( 20 % daripada jumlah markah)  
Part A ( 20 % of the total marks)

1. Jawab soalan-soalan berikut:  
*Answer the following:*

- (i) Satu bekalan voltan 3-fasa seimbang membekali satu belitan 3-fasa seimbang di dalam pemegun akan menghasilkan satu .....

*A balanced 3-phase voltage supplied to a balanced 3-phase winding placed in a stator produces a .....*

- (ii) Bagi satu mesin arus terus 4-kutub sambungan jenis gelombang, bilangan laluan selari bagi arus adalah = .....

*In a 4-pole, wave connected dc machine the number of parallel paths for current = .....*

- (iii) Di dalam motor arus terus, jika kuasa yang dihasilkan =  $E_b I_a$  watts, maka tork yang dihasilkan,  $T_d$  = .....

*In a dc motor, if power developed =  $E_b I_a$  watts, then the torque developed,  $T_d$  = .....*

- (iv) Ciri-ciri kemagnetan bagi mesin segerak merupakan graf di antara .....

*Magnetization characteristic of a synchronous machine is the graph between .....*

- (v) Pada arus medan malar, nisbah antara voltan litar-buka dengan arus litar-pintas bagi satu mesin segerak = .....

*At constant field current, the ratio between open-circuit voltage and short-circuit current of a synchronous machine = .....*

...3/-

- (vi) Pemutar di dalam motor induksi 3-fasa berputar dalam arah .....dengan putaran medan magnet.

*The rotor in a 3-phase induction motor rotates in the ..... direction of the rotating magnetic field.*

- (vii) Dalam sebuah motor induksi, gelinciran diberikan oleh, .....

*In an induction motor the slip is defined as,  $s =$  .....*

- (viii) Kitar tugas bagi pemenggal langkah-turun diberikan oleh

*The duty cycle of a step-down chopper is defined as .....*

- (ix) Bagi penukar penuh 1-fasa kawalan fasa, bilangan SCR yang diperlukan ialah ..... Dan jika sudut lengah picuan,  $\alpha = 60^\circ$ , penukar akan berfungsi sebagai .....

*In a phase controlled 1-phase full-converter the number of SCRs required are ..... and if the firing delay angle,  $\alpha = 60^\circ$ , the converter operates as .....*

- (x) Halaju bagi satu ..... dikawal oleh pengawal .....frekuensi-bolehubah, voltan-bolehubah.

*The speed of a ..... is controlled by a variable-voltage, variable-frequency ..... controller.*

- (xi) Aplikasi penting bagi motor-motor linear adalah di dalam .....

*Important application of Linear Motors are in .....*

- (xii) Pemutar magnet kekal motor segerak yang dikawal oleh satu pengesan dan satu penyongsang dikenali sebagai motor .....

*A permanent magnet rotor synchronous motor controlled by a sensor and an inverter is generally known as a .....motor.*

(100%)

...4/-

**Bahagian B**

**Part B** 80 % daripada jumlah markah  
of the total marks

Jawab mana-mana 4 soalan.

Answer any 4 questions.

1. (a) Lukis lengkuk tork-halaju bagi semua jenis motor arus terus.

*Draw the torque-speed curves of different types of dc motors.*

(20%)

- (b) Satu motor arus terus jenis selari pada kadaran 440 V, 7.5 kW, 110 rpm mengalirkan arus 20 A pada beban-penuh. Anggapkan tindakbalas angker boleh diabaikan, kehilangan geseran dan kehilangan besi malar. Rintangan angker = 0.5 ohm.

*A 440 V, 7.5 kW, 110 rpm dc shunt motor draws 20 A at full-load. Assume that armature reaction is negligible, iron and friction losses are constant. Armature resistance = 0.5 ohm.*

Tentukan nilai-nilai berikut jika arus masukan ialah 10 A:

*Estimate for an input current of 10 A:*

- |       |  |       |
|-------|--|-------|
| (i)   | Halaju motor.<br><i>The speed of the motor.</i>  | (20%) |
| (ii)  | Kehilangan kuprum angker pada beban-penuh<br><i>Armature copper losses at full-load.</i> | (10%) |
| (iii) | Kehilangan geseran dan kehilangan besi.<br><i>Iron and friction losses.</i>              | (20%) |
| (iv)  | Tork yang digunakan.<br><i>Useful torque.</i>  | (20%) |
| (v)   | Kuasa keluaran.<br><i>Output power.</i>  | (10%) |

...5/-

2. (a) Terbitkan persamaan EMF bagi satu mesin segerak 3-fasa bermula dari asas-asasnya.

*Derive the EMF equation of a 3-phase synchronous machine from fundamentals.*

(25%)

- (b) Satu mesin segerak 3-fasa sambungan –bintang pada kadaran 10 MVA, 6.6 kV, 50 Hz mempunyai keputusan ujian litar-buka dan litar-pintas berikut:

*A 10 MVA, 6.6 kV, 50 Hz, 3-phase, star-connected synchronous machine has the following open-circuit and short-circuit test results:*

Arus medan <i>Field current</i>	A	25	50	75	100	125	150	175	200	225
Voltan talian <i>Line voltage</i>	kV	2.4	4.8	6.1	7.1	7.6	7.9	8.3	8.5	8.7
Arus litar pintas <i>S.C. current</i>	A	288	582	875						

Rintangan angker ialah 0.2 ohm/fasa.

*The armature resistance is 0.2 ohm/phase.*

- [i] Tentukan reaktan segerak tak tepu.

*Find the unsaturated synchronous reactance.* (10%)

- [ii] Tentukan reaktan segerak tepu.

*Find the saturated synchronous reactance.* (10%)

...6/-

- [iii] Lukiskan rajah fasa dan tentukan regulasi voltan, jika mesin dianggap beroperasi sebagai penjana pada beban-penuh dengan faktor kuasa 0.8 mendahulu.

*Draw the phasor diagram and find the voltage regulation, if the machine is assumed to operate as a generator at full-load and 0.8 leading power factor.*

(30%)

- [iv] Jika mesin tersebut beroperasi sebagai motor segerak dan mengambil arus sebanyak 800 A pada faktor kuasa 0.8 mendahulu, tentukan voltan ujaan.

*If the machine is operated as a synchronous motor and takes 800 A at 0.8 leading power factor, find the excitation voltage.*

(25%)

3. (a) Lukiskan lengkung tork-gelinciran bagi sebuah motor induksi 3-fasa. Tunjukkan titik-titik tork permulaan, tork maksimum dan tork beban-penuh.

*Draw the torque-slip curves of a 3-phase induction motor. Indicate the starting torque, maximum torque and full-load torque points.*

(20%)

- (b) Sebuah motor induksi 3-fasa 4-kutub sambungan-bintang pada kadaran 415 V, 50 Hz mempunyai parameter-parameter berikut:

*A 4-pole, 415 V, 50 Hz, 3-phase, star-connected induction motor has the following parameters:*

$$\begin{array}{ll} R_1 = 0.2 \text{ ohm/fasa} & X_1 = 1.1 \text{ ohm/fasa} \\ R_1 = 0.2 \text{ ohm/ph} & X_1 = 1.1 \text{ ohm/ph} \\ R_2' = 0.2 \text{ ohm/fasa} & X_2' = 1.1 \text{ ohm/fasa} \\ R_2' = 0.2 \text{ ohm/ph} & X_2' = 1.1 \text{ ohm/ph} \end{array}$$

...7/-

Cabang kemagnetan,  $R_c = 160 \text{ ohms/fasa}$ ,  $x_m = 20 \text{ ohms/fasa}$

*Magnetizing branch,  $R_c = 160 \text{ ohms/ph}$ ,  $x_m = 20 \text{ ohms/ph}$*

Gelinciran pada beban-penuh = 0.02

*Full-load slip = 0.02*

[i] Lukiskan litar setara 'tepat'.

*Draw the accurate (exact) equivalent circuit.*

(20%)

[ii] Lukiskan litar setara 'anggaran'.

*Draw the approximate equivalent circuit.*

(15%)

[iii] Tentukan nilai arus dan tork daripada litar setara 'anggaran'.

*Determine the current and torque from the approximate equivalent circuit.*

(45%)

4. Satu penukar ac-dc 1-fasa kawalan penuh SCR digunakan untuk mengawal sebuah motor arus terus teruja asing berkadaran 10 hp, 230 V, 1200 rpm.

Voltan masukan bagi penukar ialah 260 V, 50 Hz 1-fasa.

Rintangan angker motor = 0.3 ohm, kearuhan angker = 25mH.

Pemalar voltan motor,  $k_a\Phi = 0.182 \text{ V/rpm}$ , sudut picuan lengah penukar,  $\alpha = 30^\circ$ , arus angker terkadar = 38 A.

*A single-phase ac-dc fully controlled SCR converter control the speed of a 10 h.p., 230 V, 1200 rpm separately excited dc motor.*

*The input voltage to the converter is single-phase, 260 V, 50 Hz.*

*Armature resistance of the motor = 0.3 ohm, armature inductance = 25 mH, motor voltage constant,  $k_a\Phi = 0.182 \text{ V/rpm}$ , firing delay angle of the converter,  $\alpha = 30^\circ$ , rated armature current = 38 A.*

...8/-

- (a) Lukiskan Rajah sambungan bagi litar penukar penuh – motor arus terus.

*Draw the connection diagram of full-converter – dc motor circuit.*

(15%)

- (b) Tulis persamaan dinamik bagi motor.

*Write the dynamic equations of the motor.*

(15%)

- (c) Lukis gelombang-gelombang bagi voltan masukan, masukan keluaran, arus SCR1 penukar dan arus angker bagi operasi arus berterusan.

*Draw the waveforms of input voltage, output voltage, SCR<sub>1</sub> current, of the converter, and the armature current for continuous current operation.*

(30%)

- (d) Tentukan halaju motor dan tork yang terhasil.

*Determine the speed of the motor and the torque.*

(20%)

- (e) Tentukan kuasa yang diserap oleh motor jika arus dianggapkan tiada riak.

*Determine the power taken by the motor if the current is assumed to be ripple free.*

(20%)

5. Sebuah pemenggal langkah-turun 1-kuadran digunakan untuk mengawal halaju sebuah motor arus terus.

Bekalan voltan arus terus = 120 V, rintangan angker = 0.15 ohm.

Pemalar emf balikan motor = 0.05 V/rpm, frekuensi pemenggal = 250 Hz.

Pada halaju 1200 rpm, arus motor bersamaan 125 A dan dianggapkan tiada riak.

*A one-quadrant step-down chopper is used to control the speed of a dc motor.*

*Supply dc voltage = 120 V, Armature resistance = 0.15 ohm.*

*Motor back emf constant = 0.05 V/rpm, Chopper frequency = 250 Hz.*

*At a speed of 1200 rpm, the motor current is 125 A, assumed to be ripple free.*

...9/-



- (a) Lukiskan Rajah sambungan bagi litar pemenggal – motor arus terus

*Draw the connection diagram of chopper – motor circuit.*

(20%)

- (b) Tentukan nisbah kitar tugas bagi pemenggal dalam bentuk peratus dan masa.

*Determine the duty ratio of the chopper and the chopper on time.*

(30%)

- (c) Lukis gelombang-gelombang bagi voltan keluaran dan arus keluaran.

*Draw the waveforms of output voltage, output current.*

(20%)

- (d) Tentukan tork yang dihasilkan oleh angker dan kuasa yang diserap oleh motor.

*Determine the torque developed by the armature and the power taken by the motor.*

(30%)

6. (a) [i] Lukis rajah sambungan litar bagi penyongsang frekuensi-bolehubah 3-fasa dan sistem pemacu motor induksi untuk operasi halaju boleh dikawal.

*Draw the circuit connection diagram of a 3-phase variable-frequency inverter and induction motor drive system for variable speed operation.*

(40%)

...10/-

- [ii] Bagi litar di atas [i], penyongsang tersebut membekali sebuah motor induksi 4-kutub sangkar tupai pada kadaran 220 V, 50 Hz. Tentukan anggaran voltan keluaran yang diperlukan oleh penyongsang supaya halaju motor adalah

*In the above circuit, the inverter supplies a 4-pole, squirrel cage induction motor at 220, 50 Hz. Determine the approximate required output voltage of the inverter for motor speeds of*

(1) 900 rpm

(2) 1800 rpm

(20%)

- (b) Lukis keratan rentas bagi sebuah motor pelangkah hibrid dan senaraikan kegunaannya.

*Draw the cross-section of a hybrid stepper motor and list out its applications.*

(40%)